

NÚMERO DE REPETIÇÕES NECESSÁRIAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DIFERENÇAS ENTRE TIPOS DE HÍBRIDOS DE MILHO

LARISSA PEREIRA RIBEIRO¹, PAULO EDUARDO TEODORO¹,
CAIO CEZAR GUEDES CORREA¹, ROQUE APOLINÁRIO ALVES DA LUZ JUNIOR¹
e FRANCISCO EDUARDO TORRES¹

¹Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana, MS, Brasil -
larissa.uems@gmail.com, eduteodoro@hotmail.com, caioc@eng.agronomo.br, roque_agro@hotmail.com,
feduardo@uems.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.14, n.3, p. 392-399, 2015

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi estimar o número de repetições necessário à predição do desempenho agrônomico de duas classes genéticas de híbridos de milho. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade de Aquidauana, MS, em blocos ao acaso com quatro repetições avaliando sete híbridos simples e sete híbridos triplos em relação à altura de plantas, ao comprimento da espiga, ao diâmetro da espiga, ao número de fileiras por espiga, ao número de grãos por fileira, ao peso de 100 grãos e à produtividade de grãos. Consideraram-se as avaliações em cada bloco como medições realizadas no mesmo híbrido e estimaram-se os valores de \hat{r} para cada classe genética pelos métodos da análise de variância; dos componentes principais com base nas matrizes de correlações e de variâncias e covariâncias fenotípicas; e da análise estrutural, com base nas matrizes de correlações intraclasse. O número de repetições necessárias para identificação de híbridos de milho superiores depende do método de estimativa, do tipo de híbrido e do caráter a ser avaliado. Para a região do ecótono Cerrado-Pantanal, são necessários ensaios com nove repetições para identificar híbridos superiores com 80% de exatidão no prognóstico de seu valor real.

Palavras-chave: precisão experimental, repetibilidade, *Zea mays* L.

NUMBER OF REPLICATIONS REQUIRED TO DIFFERENTIATE MAIZE HYBRIDS

ABSTRACT – The aim of this work was to estimate the number of replications necessary to predict the agronomic performance of two genetic classes of maize hybrids. The experiment was conducted in the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana/MS in a randomized block design with four replications and evaluated seven single and seven triple hybrids regarding plant height, ear length, ear diameter, number of rows per ear, number of grains per row, weight of hundred grains and grain yield at harvest. Assessments in each block were considered as measurements performed on the same hybrid and \hat{r} was estimated for each genetic class by the methods of analysis of variance; of the principal components based on matrices of correlations and phenotypic variance and covariance; and structural analysis based on the intraclass correlation matrices. The number of replications needed to identify superior maize hybrids depends on the estimation method, the type of hybrid and trait under evaluation. For the Savanna-Pantanal ecotone region nine replications are enough to identify superior hybrids with 80% accuracy in predicting their real value.

Key words: experimental precision, repeatability, *Zea mays* L.

A descoberta da heterose e a utilização de híbridos foram os principais fatores do aumento de produtividade de milho (*Zea mays* L), principal matéria-prima em rações para suínos e aves (Teodoro et al., 2014). Os programas de melhoramento das empresas produtoras de sementes de milho são muito dinâmicos, disponibilizando, anualmente, grande diversidade de genótipos para os agricultores, em que as principais classes genéticas cultivadas são os híbridos (simples, triplos e duplos) e as variedades (Martin et al., 2005). Para avaliar o desempenho agrônomico destes, os ensaios de competição de genótipos são conduzidos nas etapas finais de um programa de melhoramento de plantas.

Para que os ensaios tenham precisão experimental adequada para que as inferências sejam confiáveis (Cargnelutti Filho et al., 2010), devem-se seguir os princípios básicos de repetição, casualização e controle local, essenciais para obter estimativas precisas da variância e de médias de tratamentos (Cargnelutti Filho et al., 2009).

No planejamento do experimento, o número adequado de repetições é questionamento comum e importante para a obtenção de estimativas confiáveis. Isto ocorre, pois se espera que o valor observado de um caráter, em determinados tratamento e repetição, se repita (Cargnelutti Filho et al., 2010). No entanto, variações entre as repetições são comuns e podem alterar a posição relativa dos genótipos devido à interação blocos x genótipos, não estimável, que inflaciona o erro experimental (Barbin, 2003).

O coeficiente de repetibilidade de um caráter pode ser conceituado, estatisticamente, como a correlação entre as medidas em um mesmo indivíduo, cujas avaliações foram repetidas no tempo ou no espaço, e a repetibilidade expressa a proporção da variância total, que é devida a variações proporcionadas

pelo genótipo e alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum (Abeywardena, 1972; Cruz & Regazzi, 1997). Métodos para a obtenção de estimativas de coeficiente de repetibilidade, como o dos componentes principais baseado na matriz de covariância (Abeywardena, 1972) e o da análise estrutural (Mansour et al., 1981), foram utilizados para a cultura do feijão (Cargnelutti Filho et al., 2009).

No entanto, nenhuma referência ao emprego destas metodologias para a estimativa do número de repetições associadas à classe genética do milho foi encontrada na literatura consultada. Assim, o objetivo do trabalho foi estimar o número de medições (repetições) necessário à predição do desempenho agrônomico de dois tipos de híbridos de milho.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Fitotecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, MS (20°27'S e 55°40'W), situada na região do ecótono Cerrado-Pantanal. O solo da área foi classificado segundo os critérios estabelecidos pela Embrapa (2013) como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico de textura arenosa. Os atributos químicos da camada de 0 - 0,20 m são: pH (H₂O) = 6,2; Al trocável (cmol_c dm⁻³) = 0,0; Ca+Mg (cmol_c dm⁻³) = 4,31; P (mg dm⁻³) = 41,3; K (cmol_c dm⁻³) = 0,2; Matéria orgânica (g dm⁻³) = 19,74; V (%) = 45; m (%) = 0,0; Soma de bases (cmol_c dm⁻³) = 2,3; CTC (cmol_c dm⁻³) = 5,1. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (Tropical de Savana). A precipitação acumulada no decorrer do experimento foi de 450 mm, com temperaturas máximas e mínimas médias de 33,2 e 19,1°C, respectivamente.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. A área foi dividida em quatro blocos com 72 parcelas de 15,75 m², sem espaçamento entre blocos. As parcelas consistiram de sete linhas com 5 m de comprimento, espaçadas a 0,45 m entrelinhas (3,15 por 5 m). Os tratamentos foram constituídos por sete híbridos de milho simples (AG9010, Fórmula TL, Maximus, P30F53, P3340, Status TL e XB6010) e sete triplos (20A55HX, 20A78HX, 2B433HX, 2B512, 2B655HX, 30A95HX e XB7253).

As plantas daninhas em pré-emergência foram controladas com glifosato na dose de 1 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo, com 300 L ha⁻¹ de calda. Em pós-emergência, foi utilizado 1.125 g ha⁻¹ do princípio ativo atrazina e, posteriormente, capina manual. Na semeadura, os sulcos foram abertos com uma semeadora simples e as sementes foram distribuídas manualmente em sistema de plantio direto em 20/02/2012, 10 dias após a dessecação. Foram distribuídas seis sementes por metro na linha de plantio; porém, no estágio V3, manteve-se apenas quatro plantas por metro (88.889 plantas ha⁻¹).

A adubação na semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ da formulação 4-20-20 (Broch, 1999). Na adubação de cobertura, foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, tendo como fonte a ureia, em superfície quando as plantas estavam em estágio V6 (Broch, 1999). O controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* Smith) foi realizado aos 30 dias após o plantio com 75 mL ha⁻¹ do ingrediente ativo triflumuron.

Na maturação de cada híbrido, avaliaram-se os seguintes caracteres: altura de plantas (AP, em m); comprimento da espiga (CE, em cm); diâmetro da espiga (DE, em cm); número de fileiras por espiga (NFG); número de grãos por fileira (NGF); peso de 100 grãos (MCG, em g); e produtividade de grãos

(PROD, em kg ha⁻¹), conforme realizado por Teodoro et al. (2014).

Inicialmente, para verificar a existência de variabilidade entre os híbridos, os dados de cada tipo de híbrido (simples e triplo) foram submetidos a análise de variância para cada caráter. Consideraram-se as avaliações em cada bloco como medições realizadas no mesmo indivíduo (híbrido) e estimaram-se os coeficientes de repetibilidade (\hat{r}), para cada classe genética, pelos métodos da análise de variância (ANOVA); dos componentes principais com base nas matrizes de correlações (CPcor) e de variâncias e covariâncias fenotípicas (CPcov); e da análise estrutural com base nas matrizes de correlações intraclasse (AEcor).

O número mínimo de repetições (n_0) necessário para predizer o valor real dos indivíduos (híbridos), com base nos coeficientes de determinação (R^2) pré-estabelecidos (0,80, 0,85, 0,90, 0,95 e 0,99), foi calculado conforme metodologia descrita em Cruz & Regazzi (1997). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz, 2013).

Resultados e Discussão

Houve diferenças significativas entre os híbridos para todos os caracteres avaliados, permitindo inferir sobre a existência de variabilidade genética na população (Tabela 1). Resultados similares foram obtidos em outros trabalhos com híbridos de milho (Resende & Sousa Júnior, 1997; Martin et al., 2005; Emygdio et al., 2007; Catapatti et al., 2008; Cargnelli Filho et al., 2010; Oliveira et al., 2012; Teodoro et al., 2014).

Independentemente do tipo de híbrido (simples ou triplo), observou-se precisão experimental adequada (Fritsche-Neto et al., 2012) para todos os

caracteres, o que garante credibilidade destes dados para o estudo proposto. Valores em magnitude semelhantes foram obtidos por Cargnelutti Filho et al. (2010), Oliveira et al. (2012) e Teodoro et al. (2014).

Independentemente do método de estimativa e do caráter, as estimativas dos coeficientes de determinação (\hat{R}^2) foram iguais ou superiores a 62,94% para os híbridos simples (Tabela 2), enquanto que para os triplos foram iguais ou superiores a 45,42% (Tabela 3). Isto indica que quatro repetições possibilitam detectar diferenças genotípicas com magnitude intermediária de certeza na predição do valor real dos híbridos simples e triplos, respectivamente.

Os caracteres AP, MCG e PROD, independentemente do método de estimativa e da classe gené-

tica, obtiveram os maiores valores de \hat{r} . Isto indica, para estes caracteres, regularidade da superioridade dos híbridos de um bloco para outro e, conseqüentemente, necessidade de menor número de repetições para realizar a identificação de um híbrido superior. Resultados similares foram obtidos em híbridos de milho por Resende & Sousa Júnior (1997), Martin et al. (2005), Catapatti et al. (2008) e Cargnelutti Filho et al. (2010).

Com exceção do caráter DE, independentemente do tipo de híbrido e do caráter, o método dos componentes principais, baseado na matriz de covariância (CPcov), apresentou maiores valores de coeficientes de repetibilidade (\hat{r}) (Tabelas 2 e 3). Resultados semelhantes foram obtidos em caracteres de *Pa-*

TABELA 1. Quadrado médio da análise de variância de híbridos simples, triplos e todos os híbridos para os caracteres altura de plantas (AP, m), comprimento da espiga (CE, cm), diâmetro da espiga (DE, cm), números de fileiras por espiga e de grãos por fileira (NFE e NGF, respectivamente), massa de 100 grãos (MCG, g) e produtividade de grãos (PROD, kg ha⁻¹). Aquidauana, MS, 2012.

Caracteres/Fontes de Variação	Blocos	Híbridos	Resíduo	Média	CV (%)
	Híbridos simples				
AP	520,60 ^{ns}	2.554,71**	348,64	2,10	8,91
CE	0,99 ^{ns}	5,19*	1,71	15,19	8,61
DE	0,06 ^{ns}	0,20**	0,03	4,68	3,83
NFE	0,88 ^{ns}	12,37**	1,93	15,49	8,98
NGF	2,85 ^{ns}	15,67**	5,81	30,73	7,84
MCG	5,33 ^{ns}	68,24**	8,45	36,81	7,90
PROD	870,44 ^{ns}	5.824.017,48*	15.857,41	8.778,72	14,34
	Híbridos triplos				
AP	185,43 ^{ns}	2.969,27**	185,14	2,08	6,53
CE	0,41 ^{ns}	2,57*	0,93	14,01	6,99
DE	0,01 ^{ns}	0,17**	0,04	4,65	4,07
NFE	1,38 ^{ns}	8,37**	1,60	12,25	7,79
NGF	2,34 ^{ns}	11,16*	6,09	27,80	8,88
MCG	4,53 ^{ns}	146,93**	2,89	32,95	5,16
PROD	446,04 ^{ns}	1.009.957,52**	20.488,22	7.363,49	14,49

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste F.

nicum maximum (Cargnelutti Filho et al., 2004a), de tomateiro (Cargnelutti Filho et al., 2004b) e de feijão (Cargnelutti Filho et al., 2006, 2009). Isto possivelmente ocorreu, de acordo com Abeywardena (1972),

porque este método proporciona a estimativa mais adequada do coeficiente de repetibilidade quando os genótipos apresentam comportamento cíclico ao longo das avaliações em relação ao carácter estudado.

TABELA 2. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (\hat{r}) e determinação (\hat{R}^2) e número de medições (repetições - η^0) associado a diferentes R^2 dos caracteres altura de plantas, comprimento e diâmetro da espiga, números de fileiras por espiga e de grãos por fileira, massa de 100 grãos e produtividade de grãos (AP, CE, DE, NFE, NGF, MCG e PROD, respectivamente) de sete híbridos simples de milho. Aquidauana, MS, 2012.

Método	Estimativas	AP	CE	DE	NFE	NGF	MCG	PROD
ANOVA1	\hat{r}	0,61	0,34	0,57	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67,02	83,99	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	3	8	3	3	9	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	6	11	4	4	13	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	7	18	7	7	21	5	13
	$\eta^0(R^2=0,95)$	12	38	14	14	44	11	28
CP (cov)	\hat{r}	0,68	0,73	0,65	0,60	0,62	0,69	0,46
	\hat{R}^2 (%)	89,54	91,67	88,10	85,59	86,76	89,88	77,59
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	1	2	3	2	2	5
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	2	3	4	3	3	6
	$\eta^0(R^2=0,90)$	4	3	5	6	5	4	11
	$\eta^0(R^2=0,95)$	9	7	10	13	11	9	22
CP (cor)	\hat{r}	0,65	0,49	0,68	0,62	0,49	0,68	0,43
	\hat{R}^2 (%)	87,90	79,66	89,58	86,76	79,54	89,58	75,21
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	4	2	2	4	2	5
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	6	3	3	6	3	7
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	9	4	6	9	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	10	19	9	12	20	9	25
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27	10	13	28	9	26
AE (cor)	\hat{r}	0,61	0,34	0,58	0,57	0,30	0,64	0,40
	\hat{R}^2 (%)	86,35	67	84	84,37	62,94	87,61	72,77
	$\eta^0(R^2=0,80)$	2	6	2	3	6	2	6
	$\eta^0(R^2=0,85)$	3	8	3	4	8	3	8
	$\eta^0(R^2=0,90)$	5	13	5	6	13	4	12
	$\eta^0(R^2=0,95)$	11	27					

TABELA 3. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (\hat{r}) e determinação (\hat{R}^2) e número de medições (repetições - η^0) associado a diferentes R^2 dos caracteres altura de plantas, comprimento e diâmetro da espiga, números de fileiras por espiga e de grãos por fileira, massa de 100 grãos e produtividade de grãos (AP, CE, DE, NFE, NGF, MCG e PROD, respectivamente) de sete híbridos triplos de milho. Aquidauana, MS, 2012.

Método	Estimativas	AP	CE	DE	NFE	NGF	MCG	PROD
ANOVA ¹	\hat{r}	0,79	0,30	0,49	0,51	0,17	0,93	0,66
	\hat{R}^2 (%)	93,76	62,72	79,31	80,82	45,42	98,03	88,73
	$\eta_0(R^2=0,80)$	1	9	4	4	9	1	2
	$\eta_0(R^2=0,85)$	2	13	6	5	21	1	3
	$\eta_0(R^2=0,90)$	2	21	9	9	43	1	5
	$\eta_0(R^2=0,95)$	5	45	20	18	91	2	10
	$\eta_0(R^2=0,99)$	26	235	103	94	475	8	50
CP (cov)	\hat{r}	0,79	0,87	0,59	0,58	0,81	0,94	0,69
	\hat{R}^2 (%)	93,78	96,29	85,28	84,40	94,49	98,29	89,72
	$\eta_0(R^2=0,80)$	1	1	3	3	1	1	2
	$\eta_0(R^2=0,85)$	1	1	4	4	1	1	3
	$\eta_0(R^2=0,90)$	2	1	6	7	2	1	4
	$\eta_0(R^2=0,95)$	5	3	13	14	4	2	9
	$\eta_0(R^2=0,99)$	25	15	68	73	23	7	45
CP (cor)	\hat{r}	0,79	0,76	0,62	0,55	0,76	0,93	0,71
	\hat{R}^2 (%)	93,71	92,68	86,85	82,83	92,86	98,21	90,822
	$\eta_0(R^2=0,80)$	1	1	2	3	1	1	2
	$\eta_0(R^2=0,85)$	1	2	3	5	2	1	3
	$\eta_0(R^2=0,90)$	2	3	5	8	3	1	4
	$\eta_0(R^2=0,95)$	5	6	12	16	6	2	9
	$\eta_0(R^2=0,99)$	26	31	60	83	30	7	45
AE (cor)	\hat{r}	0,79	0,30	0,49	0,51	0,17	0,93	0,66
	\hat{R}^2 (%)	93,80	62,72	79,31	80,82	45,42	98,03	88,73
	$\eta_0(R^2=0,80)$	1	17	3	4	18	1	2
	$\eta_0(R^2=0,85)$	1	25	5	5	26	1	2
	$\eta_0(R^2=0,90)$	2	39	8	8	41	1	4
	$\eta_0(R^2=0,95)$	5	83	16	17	86	2	8
	$\eta_0(R^2=0,99)$	26	431	83	86	448	7	42

¹ANOVA: método com base na análise de variância; CP (cov): método com base na análise de componentes principais com base nas matrizes variâncias e covariâncias fenotípicas; CP (cor): método com base na análise de componentes principais com base nas correlações; AE (cor): método com base na análise estrutural com base nas matrizes de correlações intraclasse.

Para os híbridos simples, independentemente do método de estimativa e do R^2 , há necessidade de um maior número de repetições para avaliação dos

caracteres AP, MCG e PROD (Tabela 2). Os híbridos triplos, por sua vez, demandam maior número de repetições para avaliação dos caracteres DE e NFE. Es-

tes resultados indicam que o número de repetições é dependente do tipo de híbrido e do carácter a ser avaliado, corroborando os resultados obtidos por Martin et al. (2005). Assim, os resultados gerados nesta pesquisa poderão subsidiar o planejamento de diferentes tipos de ensaios com híbridos de milho, além de proporcionar confiabilidade nas informações obtidas.

Ao analisar as estimativas de \hat{r} , independentemente do método e do carácter, seriam necessárias 233 e 475 repetições para afirmar-se, com 99% de precisão, a superioridade de um híbrido simples (Tabela 2) e triplo (Tabela 3), respectivamente. Do ponto de vista prático, a condução de um ensaio com este número de repetições é inviável pelas altas demandas de custo, tempo e mão-de-obra. No entanto, é possível identificar com nove repetições, independente do carácter e da classe genética, híbridos superiores com 80% de exatidão no prognóstico de seu valor real.

Conclusões

O número de repetições necessárias para identificação de híbridos de milho superiores depende do método de estimação, do tipo de híbrido e do carácter avaliado. Para a região do ecótono Cerrado-Pantanal, são necessários ensaios com nove repetições para identificar híbridos superiores com 80% de exatidão no prognóstico de seu valor real.

Referências

- ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. **Journal of Genetics**, Bangalore, v. 61, p. 27-51, 1972.
- BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Arapongas: Midas, 2003. 208 p.
- BROCH, D. L. Manejo da fertilidade do solo na cultura do milho safrinha. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 49, p. 20-21, 1999.
- CATAPATTI, T. R.; GONÇALVES, M. C.; SILVA NETO, M. R.; SOBROZA, R. Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agrônômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 855-862, 2008.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; CASTILHOS, Z. M. S.; STORCK, L.; SAVIAN, J. F. Análise de repetibilidade de caracteres forrageiros de genótipos de *Panicum maximum*, avaliados com e sem restrição solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 723-729, 2004a.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; RADIN, B.; MATZENAUER, R.; STORCK, L. Número de colheitas e comparação de genótipos de tomateiro cultivados em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 953-959, 2004b.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; STORCK, L. Número necessário de experimentos para a comparação de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 1701-1709, 2006.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; STORCK, L. Número de repetições para a comparação de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2419-2424, 2009.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; GUADAGNIN, J. P. Número de repetições para a comparação de cultivares de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1023-1030, 2010.
- CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative ge-

- netics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390 p.
- EMYGDIO, B. M.; IGNACZAK, J. C.; CARGNELUTTI FILHO, A. Potencial de rendimento de grãos de híbridos comerciais simples, triplos e duplos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 95-103, 2007.
- FRITSCHÉ-NETO, R.; VIEIRA, R. A.; SCAPIM, C. A.; MIRANDA, G. V.; REZENDE, L. M. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 99-101, 2012.
- MANSOUR, H.; NORDHEIM, E. V.; RUTLEGDE, J. J. Estimators of repeatability. **Theoretical and Applied Genetics**, Amsterdam, v. 60, p. 151-156, 1981.
- MARTIN, T. N.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, P. M. Bases genéticas de milho e alterações no plano experimental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 1, p. 35-40, 2005.
- OLIVEIRA, G. H. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. A.; ARNHOLD, E. Comparação de tipos de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 29-34, 2012.
- RESENDE, M. D. V.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Número de repetições e tamanho de parcela para seleção de progênies de milho em solos sob cerrado fértil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. 781-788, 1997.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRE-RAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- TEODORO, P. E.; SILVA JUNIOR, C. A.; CORRÊA, C. C. G.; RIBEIRO, L. P.; OLIVEIRA, E. P.; LIMA, M. F.; TORRES, F. E. Path analysis and correlation of two genetic classes of maize (*Zea mays* L.). **Journal of Agronomy**, New York, v. 13, n. 1, p. 23-28, 2014.